

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10022885 A**(43) Date of publication of application: **23.01.98**

(51) Int. Cl

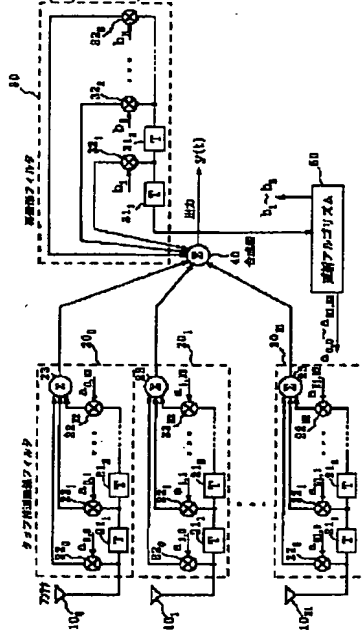
H04B 7/005**H03H 17/02****H03H 17/04****H04B 7/08****H04L 1/02**(21) Application number: **08179080**(22) Date of filing: **09.07.96**(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **SHIMIZU SATOSHI
KAWAKAMI EIICHIRO**(54) **SPACE-TIME EQUALIZING METHOD**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a space-time equalizing method with which convergent characteristics is improved, even without having a lot of weigh coefficients of an equalizer.

SOLUTION: Concerning this space-time equalizing method, signals received from respective plural spatially arranged antennas $10_0-10_{N_1}$ are inputted through respective correspondent delay line filters $20_0-20_{N_1}$ with tap as many as the antennas to a synthesizer 40, the output signal of the synthesizer is fed back and inputted through a recursive filter 30 to the synthesizer, the output signal of the synthesizer is outputted as a space-time equalize signal, the required number of weight coefficients $a_{0,0}-a_{N_1,N_2}$ and b_1-b_N are successively calculated by an update algorithm 50, so that the output signal of the synthesizer can be a desired output signal, and the updated weight coefficients are successively supplied to the respective plural delay line filters with tap and the recursive filter.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-22885

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 7/005			H 0 4 B 7/005	
H 0 3 H 17/02	6 0 1	9274-5 J	H 0 3 H 17/02	6 0 1 B
	17/04	6 3 5	17/04	6 3 5 B
H 0 4 B 7/08			H 0 4 B 7/08	D
H 0 4 L 1/02			H 0 4 L 1/02	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-179080
(22) 出願日 平成8年(1996) 7月9日

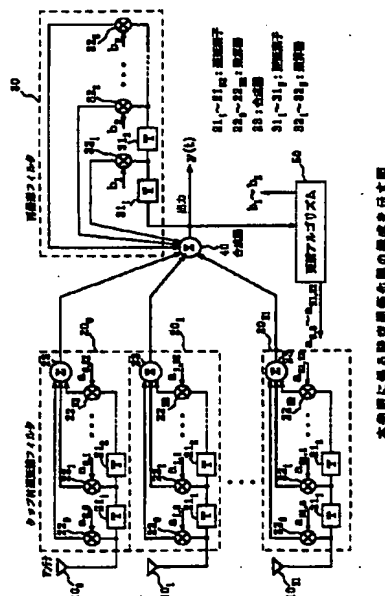
(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(72) 発明者 清水 聡
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(72) 発明者 川上 英一郎
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

(54) 【発明の名称】 時空間等化方法

(57) 【要約】

【課題】 等化器の重み係数の数を多くしなくとも収束特性の良い時空間等化方法。

【解決手段】 空間的に配設された複数の各アンテナ100～10N1からの受信信号をそれぞれ対応する同数の各タップ付遅延線フィルタ200～20N1を介して合成器40に入力すると共に、前記合成器の出力信号を再帰形フィルタ30を介して前記合成器に帰還入力し、前記合成器の出力信号を時空間等化信号として出力すると共に、前記合成器の出力信号を所望の出力信号とするように更新アルゴリズム50により所要数の重み係数 $a_{0,0}$ ～ $a_{N1,N2}$ 及び b_1 ～ b_N を順次算出し、前記複数の各タップ付遅延線フィルタ及び再帰形フィルタへ更新した重み係数を順次供給する方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定空間内の所定位置にそれぞれ配設された複数のアンテナからそれぞれ受信した信号を合成した信号が、所望の出力信号となるように時間と空間の領域で一括して等化する方法において、前記複数の各アンテナからの受信信号をそれぞれ対応する同数の各タップ付遅延線フィルタを介して合成器に入力すると共に、前記合成器の出力信号を再帰形フィルタを介して前記合成器に帰還入力し、前記合成器の出力信号を時空間等化信号として出力すると共に、前記合成器の出力信号を所望の出力信号とするように更新アルゴリズムにより所要数の重み係数を順次算出し、前記複数の各タップ付遅延線フィルタ及び再帰形フィルタへ更新した重み係数を順次供給することを特徴とする時空間等化方法。

【請求項2】 前記更新アルゴリズムは、まず前記合成器の出力信号と所望の出力信号との誤差を求め、次にその平均2乗誤差が最小となるように前記所要数の重み係数を順次算出することを特徴とする請求項1記載の時空間等化方法。

【請求項3】 前記再帰形フィルタは、前記合成器の出力端からそれぞれ直列に接続され各遅延時間が一定である複数の遅延素子と、この複数の各遅延素子の出力信号と前記更新アルゴリズムから供給される各重み係数とを個別に乗算した積をそれぞれ前記合成器に帰還入力する前記遅延素子と同数の乗算器により構成されることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の時空間等化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のアンテナからそれぞれ受信した信号を合成した信号が、所望の出力信号となるように時間と空間の領域で一括して等化する時空間等化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 等化器とは、アンテナから得られた受信信号（例えば電磁波や音響波等）がその伝播路（例えば大気中や水中等）で受けた歪みを補正するためのフィルタのことである。この等化器用フィルタは、一般的には時間軸上に構成することが多いが、複数のアンテナを用いて一種の空間フィルタを構成して、空間上での等化も可能である。また、時間軸と空間軸に2次元のフィルタを構成し、一挙に等化する方法も可能である。

【0003】 従来、時間と空間で一括して等化する方法の公知例としては、下記の文献1、2がある。

文献1：IEICE Trans. Commun., VOL.E78-B, NO.8 AUGUST 1995, N. ISHII, R. KOHNO, "Spatial and Temporal Equalization Based on an Adaptive Tapped-Delay-Line Array Antenna", pp.1162 ~1169.

文献2：IEICE Trans. Commun., VOL.E78-B, NO.11 NOVEMBER 1995, M. NAGATSUKA, R. KOHNO, "A Spatially and Te

mporally Optimal Multi-User Receiver Using Array Antenna for DS/SSMA" pp.1489 ~1497.

上記文献1、2の方法においては、いずれも図2に示すような、タップ付遅延線（tapped delay line, TDL）形式のアレイアンテナ構成を示している。

【0004】 図2は従来の時空間等化器の構成を示す図である。図2において、 $10_0, 10_1, \dots, 10_{N1}$ は、直線状に所定間隔（例えば半波長 $\lambda/2$ ）で配置された $(N1+1)$ 個のアンテナ、 $20_0, 20_1, \dots, 20_{N1}$ は、前記各アンテナからの出力信号がそれぞれ入力される $(N1+1)$ 個のタップ付遅延線フィルタであり、このフィルタの各出力信号はそれぞれ合成器40に共通に供給される。合成器40の出力は出力信号 $y(t)$ として取出されるほか、更新アルゴリズム50Aに供給され、更新アルゴリズム50Aは、各タップ付遅延線フィルタ $20_0 \sim 20_{N1}$ に対して、時間方向に対する重み係数を順次計算して、この更新した重み係数を順次供給する。

【0005】 各タップ付遅延線フィルタ $20_0 \sim 20_{N1}$ は、各アンテナ $10_0 \sim 10_{N1}$ の出力端にそれぞれ直列に接続された $N2$ 個の各遅延時間が τ の遅延素子 $21_1 \sim 21_{N2}$ と、アンテナ出力信号及び各遅延素子の出力信号と前記更新アルゴリズム50Aから供給される重み係数 $W_{0,0} \sim W_{0,N2}$ （または $W_{1,0} \sim W_{1,N2}, \dots, W_{N1,0} \sim W_{N1,N2}$ ）を個別に乗算する $(N2+1)$ 個の乗算器（ハードウェアとしては混合器と同一のものでよい） $22_0 \sim 22_{N2}$ と、前記 $(N2+1)$ 個の乗算器の各出力信号を合成する合成器23とよりなる巡回形のフィルタ構成となっている。

【0006】 図2の動作の概要を説明すると、空間的に配置された複数の各アンテナ $10_0 \sim 10_{N1}$ からの受信信号を各タップ付遅延線フィルタ $20_0 \sim 20_{N1}$ に入力する。この各タップ付遅延線フィルタでは、入力信号を複数の直列接続された遅延素子 $21_1 \sim 21_{N2}$ により順次遅延させ、この各遅延信号と重み係数とをそれぞれ乗算した各積の合成信号を出力する。この各タップ付遅延線フィルタ $20_0 \sim 20_{N1}$ からの出力信号は、合成器40で合成され出力されると共に、更新アルゴリズム50Aへ供給される。更新アルゴリズム50Aは、出力信号が所望の等化出力となるようにすべての重み係数 $W_{0,0} \sim W_{N1,N2}$ を時間経過と共に順次算出し、各タップ付遅延線フィルタ $20_0 \sim 20_{N1}$ 内の各乗算器 $22_0 \sim 22_{N2}$ へ更新した重み係数を順次供給する。このようにして時間と空間の2次元を一括した等化処理を実現している。なお、図2の動作の詳細は、前記文献1、2に記載されているので、その説明は省略する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし従来の時空間等化方法は、2次元のFIR（有限インパルス応答フィルタ）形の構成となっている。一般にFIR形フィルタは、IIR（無限インパルス応答フィルタ）形に比べて

良い特性を得るためには、多くの回数が必要となる。フィルタの回数を多くすることは、等化器の重み係数を多くすることに相当するから、この重み係数が増えると、等化器の回路規模が大規模になると共に、重み係数を算出するための計算量が増加し、多くの計算時間を要するという問題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る時空間等化方法は、所定空間内の所定位置にそれぞれ配設された複数のアンテナからそれぞれ受信した信号を合成した信号が、所望の出力信号となるように時間と空間の領域で一括して等化する方法において、前記複数の各アンテナからの受信信号をそれぞれ対応する同数の各タップ付遅延線フィルタを介して合成器に入力すると共に、前記合成器の出力信号を再帰形フィルタを介して前記合成器に帰還入力し、前記合成器の出力信号を時空間等化信号として出力すると共に、前記合成器の出力信号を所望の出力信号とするように更新アルゴリズムにより所要数の重み係数を順次算出し、前記複数の各タップ付遅延線フィルタ及び再帰形フィルタへ更新した重み係数を順次供給するものである。その結果、従来方法より少ない重み係数で収束特性のよい時空間等化器を構成することができ、重み係数の計算所要時間も少なくてすむ。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る時空間等化器の構成を示す図である。図1において、アンテナ100～10N1及びタップ付遅延線フィルタ200～20N1は図2と同一のものであり、合成器40は機能的には図2と同一のものであるが、合成するデータ数が図2より多くなっている。30は本発明に係る再帰形フィルタ、50は本発明に係る更新アルゴリズムである。なおこの図1の例において、アンテナ100～10N1は、直線上に*

$$y(t) = \sum_{p=1}^N b_p y(t-p) + \sum_{p1=0}^{N1} \sum_{p2=0}^{N2} a_{p1,p2} u(n-p1, t-p2) \quad \dots (1)$$

【0014】ここで $a_{p1,p2}$ 及び b_p は図1のタップ付遅延線フィルタ200～20N1及び再帰形フィルタ30における重み係数であり、 $u(n, t)$ は、 n 番のアンテナで時刻 t に受信した信号である。この(1)式の値と、所望の出力信号 $g(t)$ との誤差 $e(t)$ は、次の(2)式となる。

$$e(t) = y(t) - g(t) \quad \dots (2)$$

またこの平均2乗誤差 ε は、次の(3)式となる。

$$\varepsilon = E[|e(t)|^2] \quad \dots (3)$$

そして、更新アルゴリズム50は、(3)式の平均2乗誤差を最小とするように前記重み係数 $a_{0,0} \sim a_{N1,N2}$ 及び $b_1 \sim b_N$ を順次算出する。

【0015】このように図1の回路構成は、図2の構成における出力側に再帰形フィルタ30を付加し、2次元のIIR形フィルタ構成となっている。このため、従来

*所定間隔で配置され、空間の電磁波を受信するものとす

る。
【0010】再帰形フィルタ30は、合成器40の出力端からそれぞれ直列に接続されたN個の各遅延時間が τ の遅延素子311～31Nと、各遅延素子311～31Nの出力信号と前記更新アルゴリズム50から供給される重み係数 $b_1 \sim b_N$ を個別に乗算し、その各乗算結果の積を合成器40へ供給するN個の乗算器321～32Nとより構成される。なお図1の合成器40は、各タップ付遅延線フィルタ201～20N1からの出力信号と、再帰形フィルタ30のすべての出力信号とを合成するものである。

【0011】更新アルゴリズム50は、出力信号 $y(t)$ が所望の出力信号になるように、各タップ付遅延線フィルタ200～20N1内の乗算器220～22N2へ供給する重み係数 $a_{0,0} \sim a_{N1,N2}$ 並びに再帰形フィルタ30内の乗算器311～31Nへ供給する重み係数 $b_1 \sim b_N$ を時間経過と共に順次算出し、これを前記の各乗算器へ時間経過と共に更新した重み係数として供給する。ここで前記所望の出力信号とは、例えば送信側から変調方式等の既知の送信波を受信側に送信してもらう場合、これをアンテナ100～10N1で受信して合成した理想の(所望の)出力信号は、あらかじめ算出した既知の信号として得られる。

【0012】このような場合、更新アルゴリズム50は、例えば最小2乗法により、所望の出力信号と実際の合成器40の出力信号との偏差を求め、この偏差の2乗和が最小となるように前記重み係数を算出する。図1の等化器の出力 $y(t)$ は次の(1)式で表される。

【0013】

【数1】

方法と同一の収束特性であっても、重み係数の数を従来よりも減少させて時空間等化器を構成することができる。従って重み係数の計算所要時間も従来より短縮することができる。

【0016】

【発明の効果】以上のように本発明によれば所定空間内の所定位置にそれぞれ配設された複数のアンテナからそれぞれ受信した信号を合成した信号が、所望の出力信号となるように時間と空間の領域で一括して等化する方法において、前記複数の各アンテナからの受信信号をそれぞれ対応する同数の各タップ付遅延線フィルタを介して合成器に入力すると共に、前記合成器の出力信号を再帰形フィルタを介して前記合成器に帰還入力し、前記合成器の出力信号を時空間等化信号として出力すると共に、前記合成器の出力信号を所望の出力信号とするように更

新アルゴリズムにより所要数の重み係数を順次算出し、前記複数の各タップ付遅延線フィルタ及び再帰形フィルタへ更新した重み係数を順次供給するようにしたので、その結果、従来方法より少い重み係数で収束特性のよい時空間等化器を構成することができ、重み係数の計算所要時間も少くてすむという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

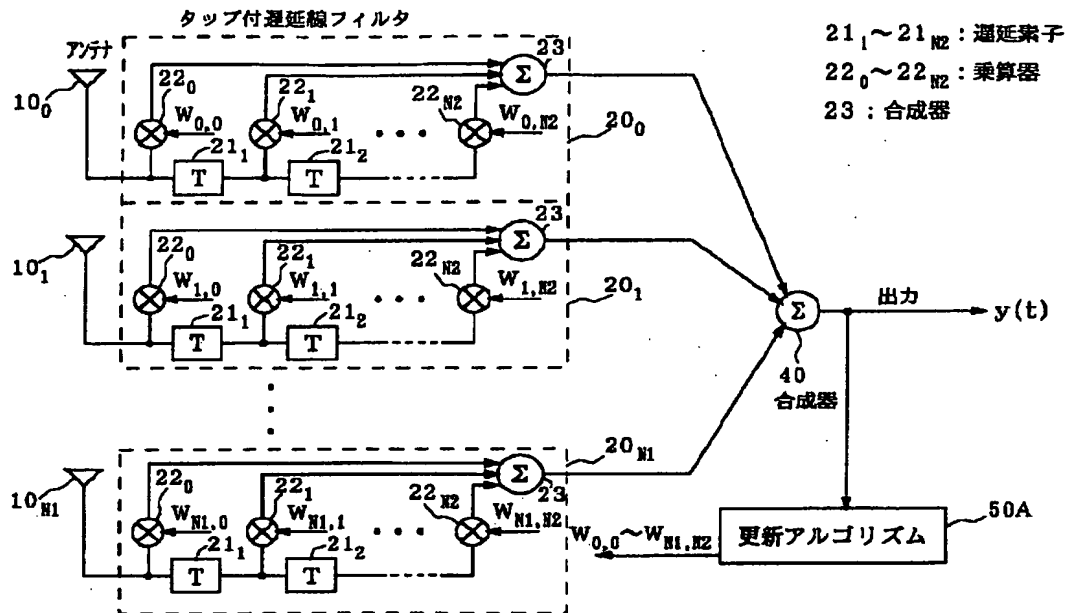
【図1】本発明に係る時空間等化器の構成を示す図である。

【図2】従来の時空間等化器の構成を示す図である。 10

【符号の説明】

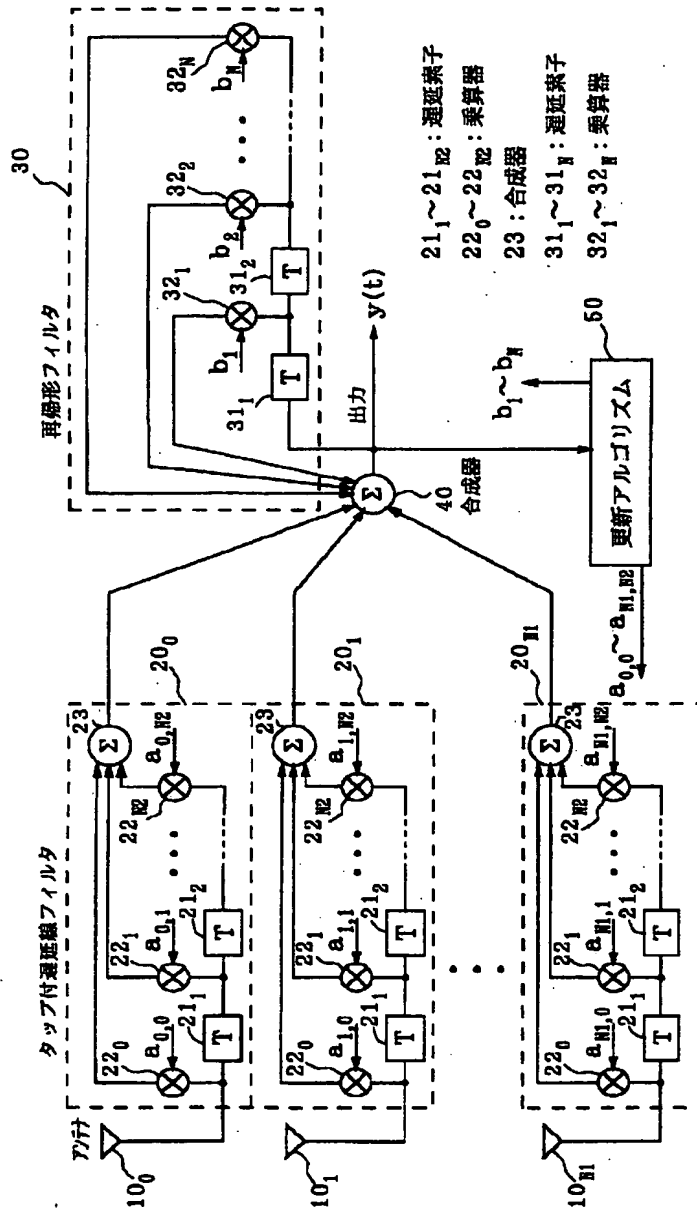
10₀ ~ 10_{N1} アンテナ
20₀ ~ 20_{N1} タップ付遅延線フィルタ
21₁ ~ 21_{N2}, 31₁ ~ 31_N 遅延素子
22₀ ~ 22_{N2}, 32₁ ~ 32_N 乗算器
23, 40 合成器
30 再帰形フィルタ
50 更新アルゴリズム
a_{0,0} ~ a_{N1,N2}, b₁ ~ b_N 重み係数

【図2】



従来の時空間等化器の構成を示す図

【図1】



本発明に係る時空間等化器の構成を示す図